

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-338479

(43)Date of publication of application : 06.12.1994

(51)Int.Cl.

H01L 21/302
C23F 4/00

(21)Application number : 06-085575

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD

(22)Date of filing : 31.03.1994

(72)Inventor : INASAWA KOICHIRO
FURUYA SACHIKO
OGASAWARA MASAHIRO

(30)Priority

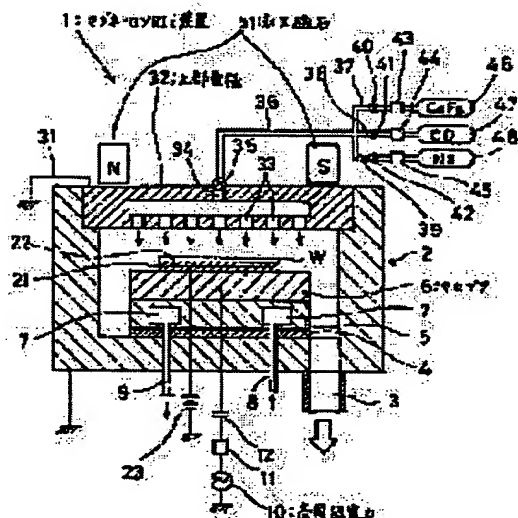
Priority number : 05 98553 Priority date : 31.03.1993 Priority country : JP

(54) ETCHING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a high selectivity ratio regardless of kinds of substrate films by using an etching gas, as a processing gas, that does not contain H but contains at least group IV and group VII elements, and mixed with CO.

CONSTITUTION: The etching gas that does not contain H but contains at least group IV and group VII elements, and mixed with CO is used as the processing gas. From a gas introductory gate 34, as the etching gas, e.g. 10sccm of C₄F₈ and 200sccm of CO are fed, electric energy is applied from a high frequency electric power source 10, a permanent magnet 51 is rotated to apply magnetic field to a central part of a semiconductor wafer W and controlling temperature of the semiconductor wafer W, the etching is processed. With this, the etching of the oxide or the nitride formed on the substrate film is performed with the high selective ratio regardless of kinds of the substrate film.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.11.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3253215

[Date of registration] 22.11.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-338479

(43) 公開日 平成6年(1994)12月6日

(51) Int.Cl.⁵

H 0 1 L 21/302

C 2 3 F 4/00

識別記号

F

庁内整理番号

E 8414-4K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数11 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平6-85575

(22) 出願日 平成6年(1994)3月31日

(31) 優先権主張番号 特願平5-98553

(32) 優先日 平5(1993)3月31日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72) 発明者 稲沢 剛一郎

東京都新宿区西新宿2丁目3番1号 東京
エレクトロン株式会社内

(72) 発明者 古屋 祥子

東京都新宿区西新宿2丁目3番1号 東京
エレクトロン株式会社内

(72) 発明者 小笠原 正宏

東京都新宿区西新宿2丁目3番1号 東京
エレクトロン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 金本 哲男 (外1名)

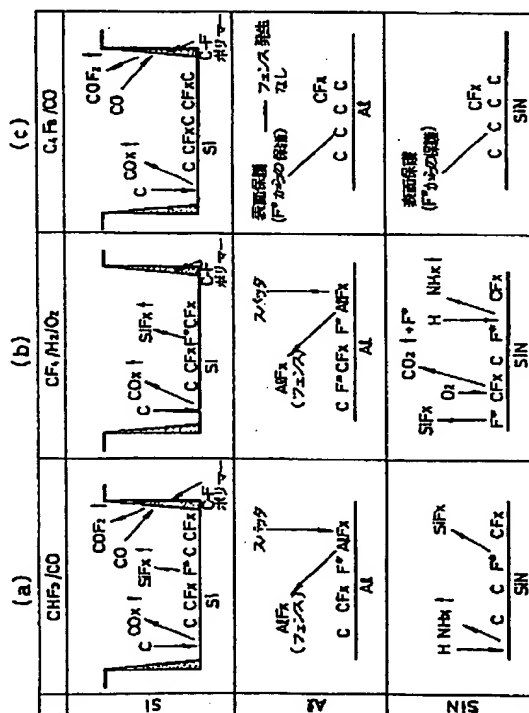
(54) 【発明の名称】 エッチング方法

(57) 【要約】

【目的】 被処理体の下地の膜種によらず高い選択比のエッチングを行う。

【構成】 処理室2内の半導体ウエハWに対してエッチングを行う場合、エッチング反応ガスとして、Hを含まないC_xF_y系ガスとCOとの混合ガスを含むエッチングガスを用いる。C_xF_y系ガスはC₄F₈ガスとし、COの上記混合ガスにおける混合比率は50%以上とすることが好ましい。

【効果】 対Alでは50、対SiNでは20、対TiNでは40という高い選択比が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 処理室内に処理ガスを導入して当該処理室内の被処理体に対してエッチングを行う方法において、前記処理ガスとして、Hを含まない少なくとも4族と7族の元素を含有するガスとCOとの混合ガスを含むエッチングガスを用いることを特徴とする、エッチング方法。

【請求項2】 処理室内に処理ガスを導入して、当該処理室内の被処理体に対してエッチングを行う方法において、前記処理ガスとして、Hを含まない少なくとも4族と7族の元素を含有するガスとCOとの混合ガスを含むエッチングガスと、このエッチングガスの約86%以上の不活性ガスとの、混合ガスを用いることを特徴とする、エッチング方法。

【請求項3】 処理室内に処理ガスを導入して、当該処理室内の被処理体に対してエッチングを行う方法において、前記処理ガスとして、Hを含まない少なくとも4族と7族の元素を含有するガスとCOとの混合ガスを含むエッチングガスと、このエッチングガスの約86%以上の不活性ガスと、Oを含有するガスとの混合ガスを用いることを特徴とする、エッチング方法。

【請求項4】 Oを含有するガスは、10sccm以下の量であることを特徴とする、請求項3に記載のエッチング方法。

【請求項5】 Oを含有するガスは O_2 であることを特徴とする。請求項3又は4に記載のエッチング方法。

【請求項6】 少なくとも4族と7族の元素を含有するガスは、ハロゲン化炭化系ガスであることを特徴とする請求項1、2、3、4又は5に記載のエッチング方法。

【請求項7】 ハロゲン化炭化系ガスは、飽和フッ化炭素化合物、不飽和フッ化炭素化合物、飽和混成ハロゲン化炭素化合物、又は不飽和混成ハロゲン化合物から選択される化合物ガスであることを特徴とする請求項6のエッチング方法。

【請求項8】 ハロゲン化炭化系ガスは C_xF_y 系ガスであって、 $y \leq 2x + 2$ の関係有するものであることを特徴とする、請求項6に記載のエッチング方法。

【請求項9】 ハロゲン化炭化系ガスは C_1F_1 であることを特徴とする、請求項6に記載のエッチング方法。

【請求項10】 エッチングガス中のCOの含有量は、50%以上100%未満であることを特徴とする請求項1、2、3、4、5、6、7、8又は9に記載のエッチング方法。

【請求項11】 エッチングガス中のCOの含有量は、75%以上100%未満であることを特徴とする請求項1、2、3、4、5、6、7、8又は9に記載のエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば半導体ウエハなどの被処理体に対するエッチングを行うためのエッチング方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、例えばドライエッチング方法においては、半導体素子の代表的な絶縁材料である SiO_2 の薄膜にコンタクトホールをプラズマ雰囲気中でエッチングする場合、使用するエッチングガスとして、 H_2 を添加した例えば $CF_4 + H_2$ の混合ガスや、あるいはまた特開昭61-142744号公報に開示されている $CH_2F_2 + CO_2$ の混合ガスや、その他例えば CHF_3 ガスとCOの混合ガスなど、H結合を有する CH_xF_y 系ガスと CO_2 、COとの混合ガスが多く用いられている。

【0003】その結果、例えば CHF_3 ガスとCOとの混合ガスの場合、対Siにおける選択比（基板であるSiのエッチングレートに対するその上に形成される SiO_2 膜のエッチングレート比）は、50という高い値が得られている。また対多結晶シリコン膜、例えばポリ-Siの場合でも約50という高い選択比が得られている。

【0004】このように従来は SiO_2 に代表される酸化膜をエッチングする場合、下地のSiや多結晶シリコンに対して選択的に酸化膜をエッチングするため、叙上のように、適宜 H_2 を添加したり、あるいはH結合を有する CH_xF_y 系ガスを使用してエッチングを行っていたのである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記のようにエッチングガスとして、 H_2 を添加した $CF_4 + H_2$ の混合ガスや、H結合を有する CHF_3 ガスとCOとの混合ガスでは、そのように対Siやポリ-Siにおける選択比は高いものの、下地がそれ以外の材質、例えばSiN（シリコンナイトライド）や金属（例えばAlなど）の場合には選択比が極端に低下してしまうという問題があった。

【0006】例えばエッチングガスとして CHF_3 ガスとCOとの混合ガスを使用した場合、対SiNの場合では選択比が僅かに1.0しか得られず、対Alの場合でも4.0程度の選択比しか得られなかったのである。即ち、従来使用されてきているHを含むエッチングガスを使用したフッ素ガス系のプラズマ雰囲気中でエッチングを行った場合、例えば下地の膜種がSiNの場合、 $SiN + CF_4 + H_2 \rightarrow SiF_4 \uparrow + NH_3 \uparrow + HCN \uparrow + NH_4F \uparrow$

という反応を起こして下地であるSiNに対してもエッチングが進行してしまい、その結果対SiNにおける選択比の低下を招いていた。

【0007】一方、半導体素子の一層の微細化に伴い、隣接するゲート（ポリシリコン）どうしの間隔が近年益々小さくなってきており、これによってコンタクトホー

ル開口形成のためのリソグラフィーの寸法精度が一層要求されるようになってきているが、リソグラフィーの寸法精度には限界がある。従来のエッチングガスを用いる技術では、間隔の微細化されたゲートに関連してセルフアラインコンタクトホールをエッチングにより形成する時に、酸化膜 (SiO_2) と、ポリシリコンゲートを覆う窒化膜 (Si_3N_4) とを厳密に選択してエッチングを行える可能性は高くなかった。

【0008】また、従来のエッチングでは、エッチング後の反応生成物例えばフッ化アルミニウム系化合物 (AlF_3 系) がコンタクトホール側壁に付着し (フェンスやクラウンと一般に呼ばれている)、エッチング処理後の工程、例えばアッシング処理や洗浄処理の工程でそれを除去する必要がある、しかもそれを除去することは非常に困難であった。

【0009】本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、その第1の目的は、下地の膜種にかかわらず、常に高い選択比が得られるエッチング方法を提供することにある。また第2の目的は、きわめて微細化されたパターンを有する被処理体に対しても、酸化膜と窒化膜とを厳密に選択してエッチングすることができるエッチング方法を提供することにある。さらに第3の目的は、形成されるコンタクトホールの側壁に前記したフェンスやクラウンが発生するのを防止できるエッチング方法することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、まず請求項1によれば、処理室内に処理ガスを導入して当該処理室内の被処理体に対してエッチングを行う方法において、前記処理ガスとして、Hを含まない少なくとも4族と7族の元素を含有するガスとCOとの混合ガスを含むエッチングガスを用いることを特徴とする、エッチング方法が提供される。Hを含まない少なくとも4族と7族の元素を含有するガスとしては、後述のハロゲン化炭化系ガスの項で挙げる各種ガスの他に、 SiF_4 、 Si_2F_6 、 Si_3F_8 、 SiCl_4 等のガスがある。

【0011】また請求項2によれば、処理室内に処理ガスを導入して、当該処理室内の被処理体に対してエッチングを行う方法において、前記処理ガスとして、Hを含まない少なくとも4族と7族の元素を含有するガスとCOとの混合ガスを含むエッチングガスと、このエッチングガスの約86%以上の不活性ガスとの、混合ガスを用いることを特徴とする、エッチング方法が提供される。

【0012】またさらに請求項3によれば、処理室内に処理ガスを導入して、当該処理室内の被処理体に対してエッチングを行う方法において、前記処理ガスとして、Hを含まない少なくとも4族と7族の元素を含有するガスとCOとの混合ガスを含むエッチングガスと、このエッチングガスの約86%以上の不活性ガスと、Oを含有するガスとの混合ガスを用いることを特徴とする、

エッチング方法が提供される。

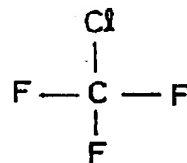
【0013】Oを含有するガスを使用する場合、当該ガスの量は、請求項4に記載したように、 10 sccm 以下の量に設定してもよく、またOを含有するガスとして、請求項5に記載したように、例えば O_2 を用いてもよい。

【0014】そして前記した各エッチング方法において、請求項6に記載したように、少なくとも4族と7族の元素を含有するガスは、ハロゲン化炭化系ガスとしてもよく、また請求項7に記載したように、ハロゲン化炭化系ガスは、飽和フッ化炭素化合物、不飽和フッ化炭素化合物、飽和混成ハロゲン化炭素化合物、又は不飽和混成ハロゲン化合物から選択される各種の化合物ガスであってもよい。

【0015】飽和混成ハロゲン化炭素化合物としては、例えば化1に示すような結合状態を有する CClF_3 がある。

【0016】

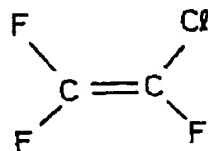
【化1】



【0017】また不飽和混成ハロゲン化合物には、二重結合、三重結合が1つ以上あるもの、例えば化2に示すような C_2ClF_3 がある。

【0018】

【化2】



【0019】ハロゲン化炭化系ガスとしては、例えば請求項8に記載したように、 C_xF_y 系ガスであって、 $y \leq 2x + 2$ の関係を有するものを用いてもよく、例えば請求項9に記載した C_4F_8 を用いてもよい。そして $y = 2x + 2$ の関係式を満たすものとしては、飽和フッ化炭素化合物ガスである、 CF_4 、 C_2F_6 、 C_3F_8 、 C_4F_{10} 、 C_5F_{12} 、 C_6F_{14} 、 C_7F_{16} 、 C_8F_{18} 、 C_9F_{20} 、 $\text{C}_{10}\text{F}_{22}$ 、 $\text{C}_{11}\text{F}_{24}$ 、 $\text{C}_{12}\text{F}_{26}$ 、 $\text{C}_{13}\text{F}_{28}$ 、 $\text{C}_{14}\text{F}_{30}$ 、 $\text{C}_{15}\text{F}_{32}$ 、 $\text{C}_{16}\text{F}_{34}$ 、 $\text{C}_{17}\text{F}_{36}$ 、 $\text{C}_{18}\text{F}_{38}$ 、 $\text{C}_{19}\text{F}_{40}$ 、 $\text{C}_{20}\text{F}_{42}$ 等のガスが有り、また $y < 2x + 2$ の関係式を満たすものとしては、不飽和フッ化炭素化合物ガスである二重結合、三重結合が1つ以上あるもの、例えば C_2F_4 、 C_2F_2 、 C_3F_4 、 C_3F_2 、 C_4F_6 、 C_4F_4 、 C_4F_2 、 C_5F_8 、 C_5F_6 、 C_5F_4 、 C_5F_2 、 C_6F_{10} 、 C_6F_8 、 C_6F_6 、 C_6F_4 、 C_6F_2 、 C_7F_{12} 、 C_7F_{10} 、 C_7F_8 、 C_7F_6 、 C_7F_4 、 C_7F_2 、 C_8F_{14} 、 C_8F_{12} 、 C_8F_{10} 、 C_8F_8 、 C_8F_6 、 C_8F_4 、 C_8F_2 等のガスが有る。

【0020】そして前記した各エッチング方法におけるエッチングガス中のCOの含有量は、請求項10に記載

したように、50%以上100%未満としてもよく、なお好ましくは、請求項11に記載したように、75%以上100%未満としてもよい。

【0021】

【作用】本発明によれば、Hを含まないエッチングガスを使用しているため、既述したような NH_3 を生成する反応は起こらない。即ち例えば窒化膜中のNと反応するHがないので、選択性が大幅に向上する。

【0022】また本発明では、さらにCOを添加しているから、カーボンリッチの雰囲気であり、酸化膜、例えば SiO_2 に対するエッチングレートは向上している。即ち、COの存在のため、例えば7族の元素とフッ素(F)を用いた場合、下地の膜には、通常この下地膜とは反応を起こさないカーボンリッチな保護膜が形成される。この保護膜がフッ素等時列の下地膜への付着を防止し、そのブロッキング効果によって下地のエッチングレートは低下する。その結果、下地膜に対する選択比は大幅に向上するものである。

【0023】これを図に基づいて説明すると、図1に示したように、従来のHを有しカーボンリッチ雰囲気を創出しない例えば(a) CH_3/CO 、(b) $\text{CF}_4/\text{H}_2/\text{O}_2$ のエッチングガスの場合には、下地のフッ素ラジカル F^* に対する保護膜形成が不十分なため、下地がSiの場合には、 Si_x が生成して下地であるSiがエッチングされてしまったり、またピアコンタクトホールを形成する場合の下地であるAlの場合には、 F^* のスパッタリングによって表面に AlF_x (フェンス)が形成され、さらにセルフアラインコンタクトを形成する場合の下地である、SiNの場合には、 F^* によってSiNが生成されると共に、Hによって NH_3 が生成して、下地であるSiNがエッチングされるという現象が生じていた。

【0024】しかしながら本願発明によれば、例えば(c) $\text{C}_2\text{F}_4/\text{CO}$ の場合には、同図に示したように、前記各下地表面にカーボンリッチなデポが付着するので、これによって下地が保護され、前記の下地のエッチングやフェンスの生成が発生しないものである。

【0025】なおCOの添加量は、後述の実施例で示すように、請求項10に記載したような50%以上100%未満が好ましく、なお好ましくは、請求項11に記載したような、75%以上100%未満とすることがよいことが判明している。

【0026】また請求項2、3のようにエッチングガスにその約86%以上の不活性ガス、例えばAr、KrあるいはXeの各ガスを添加することにより、フッ素ガスの解離が効率よく行われ、例えば C_2F_4 系ガスの場合には、Arを添加することで、エッチングに有効な活性種である C_2F_3^+ や CF_2^+ が増加する一方で、選択性を低下させる F^* までの解離反応が進みにくくなり、これにより、効率よくエッチングが促進される。また不活性ガ

スによるスパッタリング効果により、酸化膜上の堆積物を減少させ、エッチングが促進される。

【0027】そして請求項3、4、5に記載したように、Oや O_2 を微量添加することにより、例えばカーボン系堆積物が除去されてコンタクトホール側壁がエッチング面に垂直になり、エッチングが促進されるだけでなく、アスペクト比が6以上の微細加工のエッチングも実現できるものである。

【0028】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明すると、図2は本実施例を実施するためのエッチング処理装置の構成を模式的に示しており、本実施例においては、マグネトロンRIE装置1を使用している。

【0029】上記マグネトロンRIE装置1は、アルミ等の材質で構成され電氣的に接地された気密容器である処理室2をその内部に有し、この処理室2内の底部には真空ポンプ(図示せず)に通ずる排気管3が接続されて、この処理室2内はその底部周辺部から均等に真空引きすることが可能であり、例えば処理室2内を数mTorr～数百mTorrの範囲の間の任意の値であってもこれを設定維持できるように構成されている。

【0030】上記処理室2内の底部中央には、セラミック等の絶縁板4を介してサセプタ支持台5が設けられ、さらにこのサセプタ支持台5の上面には、アルミ等の材質からなり下部電極を構成するサセプタ6が設けられている。

【0031】上記サセプタ支持台5の内部には冷却室7が形成されており、この冷却室7内には、上記処理室2の底部に設けられた冷媒導管8から導入されかつ冷媒排出管9から排出される冷却冷媒が循環するように構成され、適宜の温度制御装置(図示せず)の調整によって、上記サセプタ6は所望の温度、例えば $-200^\circ\text{C} \sim +200^\circ\text{C}$ までの範囲の間の、任意に温度に設定維持することが可能である。

【0032】上記サセプタ6には、上記処理室2外部に設けられている高周波電源10からの、例えば周波数が13.56MHz、40.68MHz、380kHz、でパワーが100～2500wの高周波電力が、マッチング回路11、ブロッキングコンデンサ12を介して供給されるように構成されている。

【0033】また上記サセプタ6の上面には、被処理体である半導体ウエハWが直接載置されて吸引保持される、静電チャック21が設けられている。この静電チャック21は、例えば電界箔銅からなる導電層22を上下両側からポリイミド・フィルム等の絶縁体で挟んで接着した構成を有しており、上記処理室2外部に設けられている高圧直流電源23によって直流電圧が上記導電層22に印加されると、クーロン力によって上記半導体ウエハWは上記静電チャック21に吸引保持されるようになっている。

【0034】一方上記処理室2内の上部には、接地線31を介して電氣的に接地されている上部電極32が設けられている。この上部電極32は、例えばアモルファス・カーボンやSiCからなる中空構造になっており、さらにこの上部電極32における上記半導体ウエハWとの対向面には多数のガス拡散孔33が設けられ、上部電極32の上部に設けられているガス導入口34から供給されるエッチングガスなどの処理ガスは、これら多数のガス拡散孔33から上記半導体ウエハWに向けて均等に吐出されるように構成されている。

【0035】上記ガス導入口34は、バルブ35を介してガス供給管36と接続されており、さらにこのガス供給管36は分岐管37、38、39に分岐され、これら各分岐管37、38、39には、夫々対応するバルブ40、41、42、並びにガス供給量の調整を担うマスフロー・コントローラ43、44、45を介し、各々異なる処理ガスが充填されているガスボンベが接続されている。

【0036】本実施例においては、分岐管37には C_4F_8 ガスが充填されているボンベ46が、分岐管38にはCOが充填されているボンベ47が、そして分岐管39には N_2 が充填されているボンベ48が夫々接続されている。そしてこれら各ガスの供給量、並びにその混合比率は、適宜の制御装置（図示せず）、及び上記マスフロー・コントローラ43、44、45による調整によって行われるように構成されている。

【0037】そして既述の上部電極32の上面には、これと近接して永久磁石51が配置されている。この永久磁石51は、例えばモータなどの駆動機構（図示せず）によって所望の回転速度で上記ガス導入口34をその回転中心軸として回転するように構成されており、前出静電チャック21上に載置される半導体ウエハWに対して、その表面に均一な平行磁界、例えば10～1000Gの範囲の間の任意の値の磁界を形成することが可能になっている。

【0038】本実施例を実施するために使用したマグネトロンR I E装置1は以上のように構成されており、このマグネトロンR I E装置1によって半導体ウエハWに対してエッチングを行う場合について説明すると、まずエッチング処理対象となる半導体ウエハWは、このマグネトロンR I E装置1にゲートバルブ（図示せず）を介して設けられているロードロック室（図示せず）から処理室2内に搬入され、静電チャック21上に載置される。そして高圧直流電源23の印加によって上記半導体ウエハWは、この静電チャック21上に吸着保持される。その後処理室2内は排気管23からの排気によって減圧されていき、例えば20mTorrに設定される。

【0039】次にガス導入口34から、エッチングガスが処理室2内に導入されるが、今回は C_4F_8 ガスを10sccm、COを200sccm流し、 N_2 については

バルブ42を閉鎖してその供給を行わなかった。またこれと同時に高周波電源10からは、13.56MHzでパワーが800wの電力を印加するとともに、永久磁石51を回転駆動させて上記半導体ウエハW中心部付近で120Gの磁場を形成するように磁界をかけた。そして上記半導体ウエハWの温度は $-30^{\circ}C \sim +20^{\circ}C$ となるように制御して、上記半導体ウエハWに対してエッチングを実施した。

【0040】次に実際にそのようにしてエッチングした際の結果についていうと、まず実際にエッチングを行った試料としての半導体ウエハは、図3、4にそれぞれその構造を示した半導体ウエハ W_1 、 W_2 である。

【0041】図3に示した半導体ウエハ W_1 は、Siの下地61の上に酸化物の SiO_2 膜62が形成され、さらに当該 SiO_2 膜62の上に適宜のレジスト63が形成されているものである。図4に示された半導体ウエハ W_2 は、Alの下地71の上に酸化物の SiO_2 膜72、及びその上にレジスト膜73が形成されたものである。

【0042】これら各半導体ウエハ W_1 、 W_2 に対して既述の条件の下でエッチングを行った結果、上記半導体ウエハ W_1 においては対Siにおける選択比は従来と同様50であったが、上記半導体ウエハ W_2 における対Alにおいても選択比が50という高い値が得られた。

【0043】またさらに図5に示された半導体ウエハ W_3 、即ち下地81がSiNであり、その上に酸化物の SiO_2 膜82、及び当該 SiO_2 膜82の上にレジスト膜83が形成されている半導体ウエハ W_3 に対してエッチングを行った場合の結果を、図6に示したグラフに基づいて説明する。

【0044】この場合、パワーは650wとし、そして C_4F_8 ガス10sccmに対してCOの流量を0～200sccmまで増加してCOの混合比を変化させた際の、 SiO_2 膜のエッチングレート（図6のグラフにおける○印で示される特性A）、下地のSiNのエッチングレート（図6のグラフにおける△印で示される特性B）、対レジスト膜における選択比（図6のグラフにおける□印で示される特性C）、対SiNにおける選択比（図6のグラフにおける◇印で示される特性D）を夫々測定して、その結果を夫々同一グラフ上に示した。

【0045】このグラフからみればわかるように、COの混合比を増加させるに従い、 SiO_2 のエッチングレートとSiNのエッチングレートは漸次低下している。また対レジスト膜における選択比についてもCOの混合比を増加させるに伴って上昇している。そして対SiNにおける選択比は、COを50sccm以上混合させた頃からほぼリニアに上昇し、200sccm混合したときには、選択比が15.6にまで向上している。またCOの混合比率を高くすれば、それに伴ってさらに高い選択比が得られることも確認できる。

【0046】さらにまた参考までに、対SiN（ SiO_2

膜)における従来の CHF_3/CO と $\text{CF}_4/\text{H}_2/\text{O}_2$ と、本発明における C_2F_6 系ガスと C_4F_8 系ガスとの選択比の比較を図7に示す表に示した。この表をみればわかるように、従来のHを含むエッチングガスによってエッチングした場合には、 CHF_3/CO の場合は1.

3、 $\text{CF}_4/\text{H}_2/\text{O}_2$ の場合には0.7と、極めて低い選択比しか得られなかったが、本発明における C_2F_6 ガスにCOを混合したときには4.8、 C_4F_8 ガスにCOを混合したときには、14.7と大幅に選択比が向上していることがわかる。また C_2F_6 ガス、 C_4F_8 ガス共、COを混合してよりカーボンリッチにした方が選択比が向上していることも確認できる。

【0047】さらにまた例えば図8に示したように、下地91がAlで、その上に SiO_2 膜92、さらにこの SiO_2 膜92の上にレジスト膜93が形成されている半導体ウエハW₀の場合に対して従来技術によって、コンタクトホール94のエッチングした場合、従来は当該コンタクトホール94の側壁にフェンス95と呼ばれる一種のデポジションが従来固着形成されていた。このフェンス95はAl-Si系の不純物であり、その除去は難しく、そのためこのまま例えば後処理としてコンタクトホール94に導電物質を充填して配線パターン形成した場合、接触不良など起こし、歩留りの低下を招いていた。

【0048】しかしながら、今回の上記実施例に従って下地がAlの上記半導体ウエハW₀にコンタクトホール94のエッチングした結果、図9に示したように、コンタクトホール94の側壁にはそのようなフェンスは殆ど形成されていないことが確認できた。これはカーボンリッチの雰囲気の中で、下地のAl周辺に対して、Cによる保護膜が形成されたためと考えられる。従って本発明によれば、単に選択比が高いだけではなく、そのようなフェンスを発生させない良好なエッチングを実施できることも確認できた。

【0049】なお、上記実施例では、バルブ40を閉鎖してエッチングガスとして C_2F_6 ガスとCOとの混合ガスを使用したが、もちろん例えばバルブ40を開放して N_2 を当該混合ガスに添加してしてもよく、その他例えば不活性ガスとしてArを用いてもよい。

【0050】例えば図10に示したように、エッチングガス(10sccmの C_2F_6 と25sccmのCOの混合ガス)35sccmに対して、30sccm以上の不活性ガス、例えばAr等の希ガス又は N_2 を添加すると、熱酸化 SiO_2 膜のエッチングレートが、曲線Eで示したように向上したことが確認された。なお曲線Fはフォトリソに対する選択比の変化を表している。

【0051】ところで前記した不活性ガスの量である30sccmは、エッチングガス(10sccmの C_2F_6 と25sccmのCOの混合ガス)35sccmに対して、30sccm/35sccm≒86%である。従っ

て約86%以上の不活性ガスを添加することにより、かかる効果が得られることが確認できる。

【0052】かかる場合のエッチングレートの向上の理由としては、次のように考えられる。即ち、より SiO_2 が多く露出している部分には、酸化膜上に例えばフロロカーボンが厚く堆積する傾向があり、この部分が特にエッチングされにくくなる。ところがAr等の不活性ガスをエッチングガスに添加することにより、この堆積物がスパッタリング効果により除去されて減少し、その結果エッチングが促進されやすくなる。また例えば C_2F_6 系ガスの場合には、不活性ガスとしてArを添加することで、一方でエッチングに有効な活性種である C_2F_6^+ や CF_3^+ が増加し、他方で選択性を低下させる F^+ までの解離反応が進みにくくなり、これによって効率よくエッチングが促進されるのである。

【0053】さらにまたそのように不活性ガスを添加した上に、さらに酸素原子Oを含むガスを添加するとさらにエッチングレートが向上することが確認された。図11のグラフは、かかる場合の結果を示しており、曲線Gからわかるように、酸素原子Oを含有するガスを10sccm以下に微量添加することによってエッチングレートが向上している。なおグラフ中の曲線Hは、熱酸化 SiO_2 のエッチングレートと O_2 の添加量との関係を、曲線Kは O_2 添加量に応じたフォトリソの選択比の変化を示している。またこの場合には、 O_2 を例にとっているが、この他に大気とか N_2O が考えられる。

【0054】このように微量の O_2 を添加するとエッチングレートがさらに向上する理由は、次のように考えられる。即ち、 O_2 の添加により、カーボン系の堆積物が除去されてコンタクトホールを垂直化させ、かつ SiO_2 のエッチングレートを増加させると考えられる。このように酸素の微量添加により、プロセスマージンを広げる機能が得られるものである。

【0055】既述の如く、COの混合比率を高くすればさらに高い選択比が得られ、一方 C_2F_6 系ガスについても、例えば CF_4 、 C_2F_6 、 C_4F_8 など CF 比が大きくなりカーボンリッチな雰囲気とした方がさらに選択比が高くとれる。

【0056】前記した実施例においては、エッチングガス($\text{C}_2\text{F}_6/\text{CO}$)中に、200/210(約95.2%)の割合のCOガスが含まれていたが、エッチングガス中のCOの含有率を50%以上100%未満にすると選択比が向上し、特に75%以上100%未満にすると、第2の変化点が存在してさらに選択比が向上することが確認された。

【0057】即ち、図12のグラフは、COの含有率を横軸にとり、縦軸には左側にエッチングレートを、右側にはポリシリコンに対する選択比をとって有るが、特性曲線Iに示すように、COの含有率(濃度)が50%越えると、選択比は15から増加し始めさらに75%を越

える辺りから、急激に上昇して95%あたりで100近くになっている。なお95%を越えると選択比は急激に低下すると予想される。また特性曲線Jは、熱酸化SiO₂膜のエッチングレートの変化を示している。またエッチングガスの成分として、C_xF_yガスを用いる場合、CF₄や、C₂F₆、さらには前記C₄F₈のようにCとFの比(C/F)が大きく、カーボンリッチなガスを用いる方が、さらに選択比が高くなることが確認されている。

【0058】なお前記実施例を実施するに当たっては、その装置としてマグネトロンR I E装置1を使用した、これに限らず、例えば平行平板型プラズマ装置、平行平板型R I E装置、E C R型プラズマ装置など、各種処理室内に減圧雰囲気でプラズマを存在させるドライエッチング処理装置を使用することが可能である。

【0059】

【発明の効果】本発明によれば、下地がAlなどの金属やSiN、TiNなどの窒化膜などによって構成されている半導体ウエハなどの被処理体に対してエッチングを行う場合にも、高い選択比が得られる。もちろん従前と同様対Siにおける選択比も高レベルを維持しているので、下地の膜種に拘らず、その上に形成されている酸化物や窒化物を高い選択比の下でエッチングできるものである。

【0060】しかも下地がAlなどの金属の場合、従来エッチング孔内に固着形成されていたフェンスを殆ど発生させないので、高い選択比だけでなく、極めて良好なエッチングを実施することが可能である。

【0061】そして請求項2に記載したように、エッチングガスの約86%以上の不活性ガスを添加することにより、エッチングレートがさらに向上し、またさらに請求項3のようにOを含有するガスを添加すると、より一層エッチングレートが向上する。

【0062】また4族と7族の元素を含有するガスは、ハロゲン化炭化系ガス、例えば飽和フッ化炭素化合物、不飽和フッ化炭素化合物、飽和混成ハロゲン化炭素化合物、又は不飽和混成ハロゲン化合物から選択される化合物ガスであればこのましい欠かが得られ、請求項8のように、C_xF_y系ガスであって、 $y \leq 2x + 2$ の関係を有するものがこのましい。

【0063】そしてエッチングガス中のCOの含有量は、50%以上100%未満とすることにより、カーボンリッチな保護膜を下地に対して形成でき、下地との選択比が向上し、またフェンスなどの発生も防止できる。この場合、請求項11によれば、さらに高い選択比が得られ、高レベルでのフェンスの防止が図れるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明と従来技術の作用効果の差異を模擬的に示す説明図である。

【図2】本発明の実施例に用いたマグネトロンR I E装置の側面の説明図である。

【図3】実施例によってエッチングを行う被処理体として下地膜がSiの半導体ウエハの側面端面の様子を示す説明図である。

【図4】実施例によってエッチングを行う被処理体として下地膜がAlの半導体ウエハの側面端面の様子を示す説明図である。

【図5】実施例によってエッチングを行う被処理体として下地膜がSiNの半導体ウエハの側面端面の様子を示す説明図である。

【図6】図4に示した半導体ウエハに対してCOガス流量を変化させてエッチングを行った場合の、エッチングレート、選択比についての結果を示すグラフである。

【図7】従来のHを含むエッチングガスと、本発明におけるC₄F₈系ガスとの、対SiNにおける選択比の比較を示す図表である。

【図8】従来のエッチング方法によって下地膜がAlの半導体ウエハをエッチングした際の様子を示す説明図である。

【図9】実施例によって下地膜がAlの半導体ウエハをエッチングした際の様子を示す説明図である。

【図10】エッチングガスに不活性ガスを添加した場合の影響を示すグラフである。

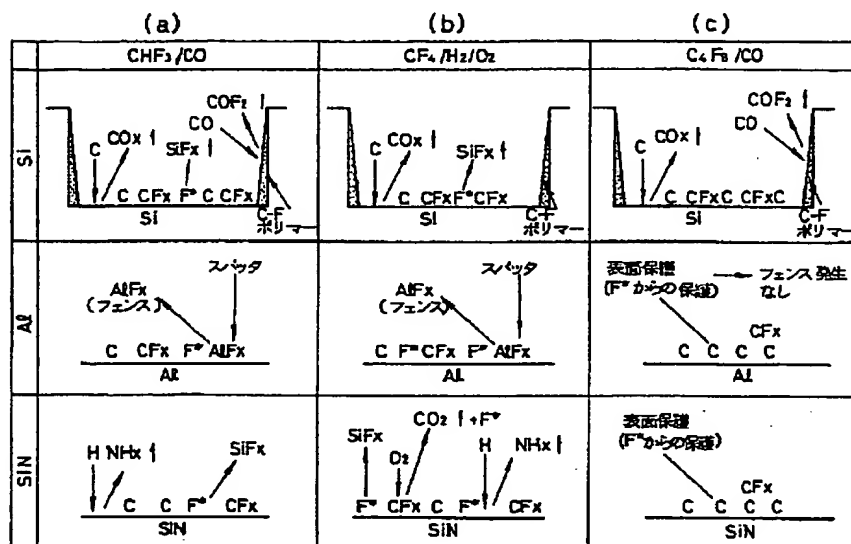
【図11】エッチングガスに酸素を添加した場合の影響を示すグラフである。

【図12】エッチングガス中のCO含有率によるエッチングレートと選択比の変化を示すグラフである。

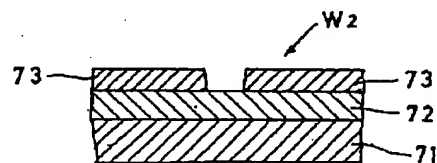
【符号の説明】

1	マグネトロンR I E装置
2	処理室
3	排気管
6	サセプタ
10	高周波電源
21	静電チャック
32	上部電極
34	ガス導入口
35	バルブ
43、44、45	マスフロー・コントローラ
46、47、48	ボンベ
51	永久磁石
W	半導体ウエハ
W ₁ 、W ₂ 、W ₃	半導体ウエハ

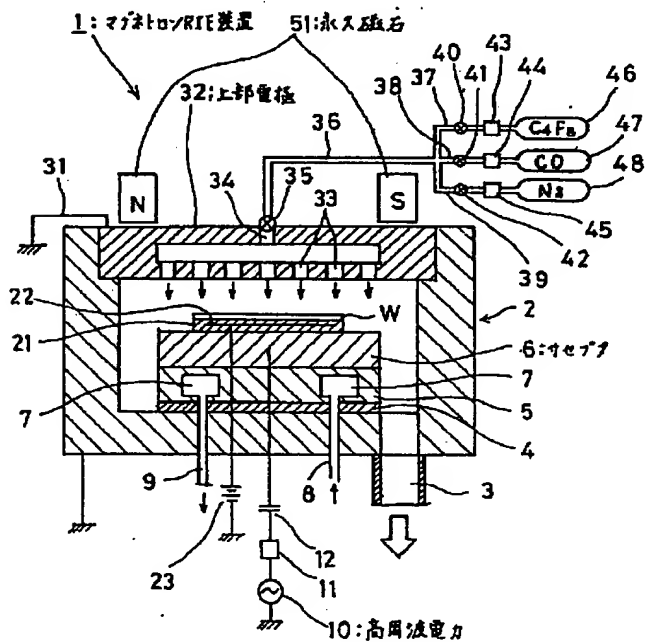
【図1】



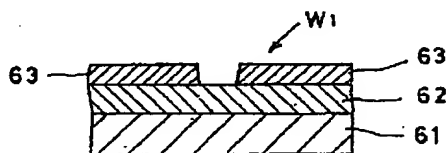
【図4】



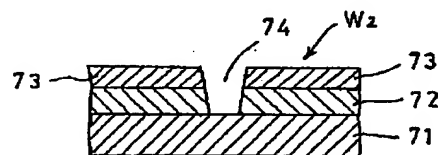
【図2】



【図3】

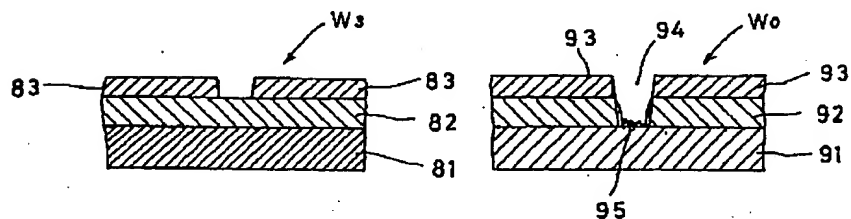


【図9】

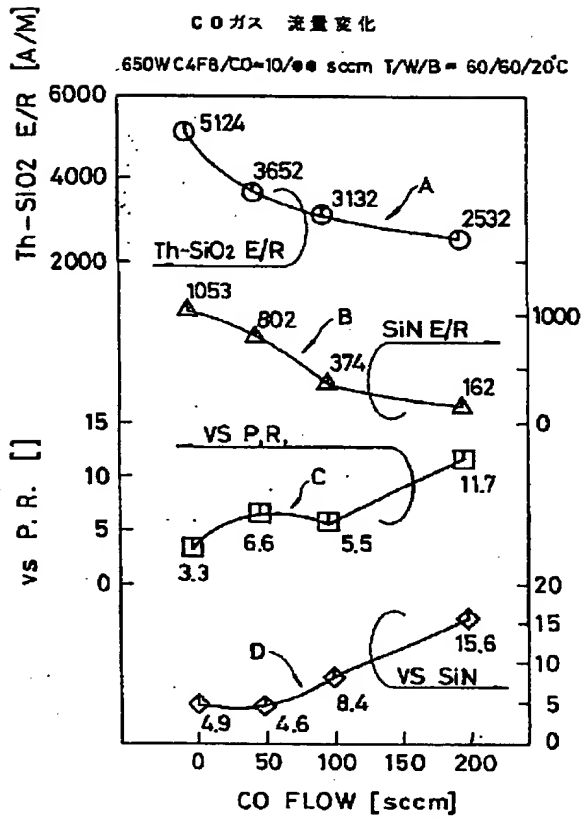


【図5】

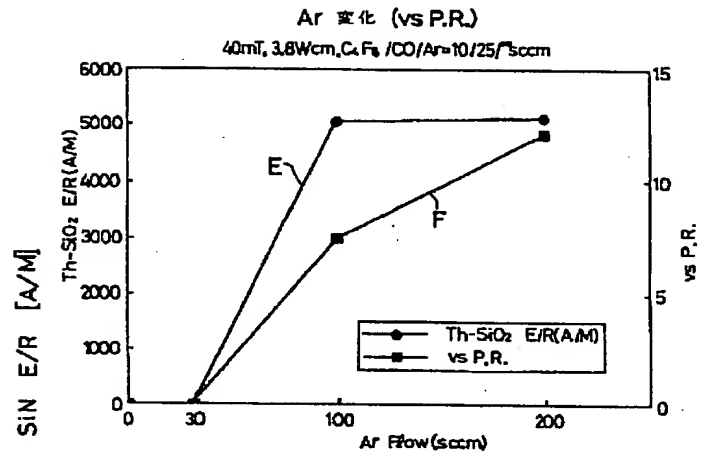
【図8】



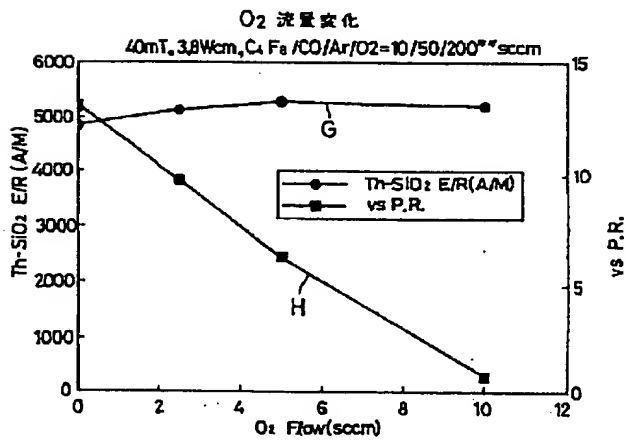
【図6】



【図10】



【図11】



【図 7】

※T/W/B=60/60/20°C,He=20sccm,10Torr,Chuck=2kV,Mag.=20rpm

	条件	Th-SiO ₂ E/R & Unif.	SIN-E/R & Unif.	SiO ₂ /SIN
CF ₃ /CO	40mT,650W,CHF ₃ /CO=45/155	2830 Å/M ± 3.6%	2264 Å/M ± 10.4%	1:3

CF ₄ /H ₂ O ₂	40mT,650W,CF ₄ /H ₂ O ₂ =67/100/6	3309 Å/M ± 7.1%	4590 Å/M ± 7.1%	0.7
--	--	-----------------	-----------------	-----

C ₂ F ₆ ガス系	30mT,650W,C ₂ F ₆ -10	5287 Å/M ± 4.0%	2283 Å/M ± 8.1%	2.3
	30mT,650W,C ₂ F ₆ /CO=10/100	3085 Å/M ± 3.6%	794 Å/M ± 3.1%	4.8

C ₄ F ₈ ガス系	10mT,650W,C ₄ F ₈ -10	5124 Å/M ± 6.9%	1053 Å/M ± 5.2%	4.9
	20mT,800W,C ₄ F ₈ /CO=10/200	3014 Å/M ± 5.7%	205 Å/M ± 8.8%	14.7

【図 12】

